

補助事業番号 2017M-149

補助事業名 平成29年度 斜め超高速衝突と国際標準規格ISO11227の改定 補助事業

補助事業者名 九州工業大学 赤星保浩

1 研究の概要

国際標準規格ISO11227が平成24年に発行し平成29年に1回目のシステムティック・レビューを受けた。このレビュー時に日本側から斜め超高速衝突に関する記述を加えよう提案しており、ISO/TC20/SC14/WG7(宇宙ごみ)において、令和2年の成立に向けてCD(Committee Draft)段階に立ち戻って議論を開始している。

2 研究の目的と背景

人類初の人工衛星であるスプートニクが打ち上げられた1957年以降、宇宙ごみはほぼ単調に増加しており、地上から追跡可能な10cm以上のものは約2万個存在しており、それよりも小さい宇宙ごみは数千万個以上存在すると言われている。宇宙ごみと人工衛星との平均相対衝突速度は秒速10km近くに達し、小さな宇宙ごみでも大きな破壊力を有する。昭和58年6月18-24日のスペースシャトルチャレンジャー号の運用において、地球帰還後にシャトルの窓に数mm程度の窪みが発見され、元素分析の結果、塗料片が衝突したことによってクレータが形成されたことが分かった。以後、塗料片のような小さな宇宙ごみにも関心が集まり、平成24年に微小宇宙ごみの発生に関わる超高速衝突試験手順の国際標準規格ISO11227が制定されるに至った。

3 研究内容

斜め超高速衝突と国際標準規格ISO11227の改定

(<http://www.mech.kyutech.ac.jp/comp/study/smallgun.html>)

平成24年9月に発行した国際標準規格ISO11227は微小宇宙ごみを模擬した1mmのアルミ球を宇宙用材料に秒速5kmで衝突させた際に発生する破片群(放出物、イジェクタ)を定量的に評価するための試験規格である。このISO11227は発行して5年経過すると、システムティック・レビューを受けることとなり、平成29年7月から12月に掛けて実施された。投票権を有する14カ国で投票がなされ、2/3以上の可票を得ることができ、次の5年間継続されることとなった。この投票時に日本からAppendix Cに斜め衝突に関する実験構成を追加してはどうかと提案を行った。この提案に関しては令和2年12月までの期間、ISO/TC20/SC14/WG7(宇宙ごみ)において審議するようISO事務局から指示があり、現在、審議中である。人工衛星と宇宙ごみが垂直に衝突することは非常に稀であり、斜め衝突することが普通であるので、斜め衝突時に発生するイジェクタの量を定量的に評価することは有意義だと考えられる。本事業では超高速衝突実験に加えて、その実験条件を数値解析でも再現してみ、イジェクタの発生状況について検討を行った。これらの成果は今後ISO/TC20/SC14/WG7での審議過程において活用される予定である。

4 本研究が実社会にどう活かされるか一展望

気象衛星、通信衛星、測位衛星(GPS衛星)、地球観測衛星など、実社会に人工衛星が知らなくうちに利用されている。これらの人工衛星に微小な宇宙ごみが衝突し、人工衛星が運用できなくなると、実社会での活動にも支障が出る可能性がある。1957年以降宇宙ごみはほぼ単調増加傾向にあり、今後も増え続ける可能性が高い。特に、10cm未満の宇宙ごみは小さすぎるため地球からの観測でその存在位置(軌道)を特定することができず、あらかじめ衝突を予測することができない。人工衛星の設計では衝突確率としてこれらの微小宇宙ごみとの衝突を考慮して設計をしているが、宇宙ごみの増加を抑制することが重要である。大型宇宙ごみの抑制はISOだけでなく、宇宙機関間宇宙ごみ調整会議などを通じて抑制方向に動いている。一方、イジェクタのような微小宇宙ごみの発生については発生数が推定の域を出ず、根本的な対策はできていない。

そこで、平成18年ごろからISOにおいて、この微小宇宙ごみに対する規制問題が取り上げられ、審議の結果、微小宇宙ごみ(イジェクタ)の発生状況を把握するための超高速衝突試験規格を制定することとなった。平成24年に発行したISO11227を用いて各国が使用している宇宙用材料の評価をすることで、イジェクタを放出しやすい材料が何で、どの程度軌道上で放出されている可能性があるかを推定することができるようになる。この量が無視できない量に達しているとなると、今後の対策へと発展することが期待される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

平成2年4月に九州工業大学に着任し、以後、分子動力学法を用いた破壊力学に関する研究を行ってきたが、平成7年度の補正予算により学内にSatellite Venture Business Laboratoryが設置され、平成9年2月より超高速衝突研究を行うようになった。フランスから提案があった超高速衝突実験手順の国際規格化案に対して、超高速衝突の専門家として平成20年からISO会議に参加するようになった。翌年度科学研究費(C)に採択され、平成24年度には科学研究費(B)に継続的に採択されたことから、ISO11227の制定並びにその改定に深く関わってきた。一昨年度無事、システムティック・レビューで次の5年間の継続が認められ、令和4年度の2度目のシステムティック・レビューに向けて、ISO11227の見直しと普及に尽力することになる。小職の研究室ではその他、エアバス社の160人クラスの飛行機であるA320neoのジェットエンジンと鳥との衝突問題、地球への小惑星の衝突問題など、衝突をキーワードにした研究を実施している。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- (1) Yasuhiro AKAHOSHI, Introduction of ISO11227 and Its Systematic Review Plan
68th Meeting of the Aeroballistic Range Association, September 17–21, 2017, Monterey, USA
- (2) 赤星保浩、超高速衝突に関する国際規格(ISO11227)への斜め衝突実験構成の追記について、
第61回宇宙科学技術連合講演会、2017年10月25–27日、朱鷺メッセ(新潟)
- (3) Yasuhiro AKAHOSHI and Akifumi SATO, ISO11227 "TEST PROCEDURE TO EVALUATE

SPACECRAFT MATERIAL EJECTA UPON HYPERVELOCITY IMPACT” AND ITS SYSTEMATIC REVIEW, 1st IAA Conference on Space Situational Awareness (ICSSA), November 13–15, 2017, Orlando, Florida, USA

(4) 赤星保浩、超高速衝突試験手順の国際標準化と今後の計画について、

日本機械学会 九州支部 第71期 総会・講演会、2018年3月16日、九州大学伊都キャンパス

(5) 赤星保浩、超高速衝突試験手順国際標準規格ISO11227のシステムティック・レビュー結果について

平成29年度衝撃波シンポジウム、2018年3月7–9日、仙台

(6) Yasuhiro AKAHOSHI, Systematic Review Results of ISO11227, 69th Meeting of the Aeroballistic Range Association, October 7–12, 2018, Bath, UK

(7) 赤星保浩、ISO11227のシステムティックレビュー結果と今後の対応について、

第62回宇宙科学技術連合講演会、2018年10月24–26日、久留米シティプラザ

(8) 花草孝史、村竹菜々瀬、田上翔悟、赤星保浩、Ejecta斜め衝突実験と解析によるISO11227の検証、日本機械学会 九州支部 第72期 総会・講演会、2019年3月14日、九州工業大学

(9) 赤星保浩、超高速衝突実験手順の国際標準化、平成30年度衝撃波シンポジウム、2019年3月4–6日、横浜

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

該当なし

(2) (1)以外で当事業において作成したもの

ISO11227 “Space systems — Test procedure to evaluate spacecraft material ejecta upon hypervelocity impact” (<https://www.iso.org/standard/57535.html>)

有償でダウンロード可

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名：九州工業大学工学研究院(キューシュウコウギョウダイガク コウガクケンキュウイン)

住 所： 〒804–8550

福岡県北九州市戸畑区仙水町1–1

担 当 者： 教授 赤星保浩(キョウジュ アカホシヤスヒロ)

担 当 部 署： 宇宙システム工学研究系(ウチュウシステムコウガクケンキュウケイ)

E – m a i l : akahoshi.yasuhiro144@mail.kyutech.jp

U R L : <http://www.mech.kyutech.ac.jp/comp/index/index.htm>